

C.I.P.S.

TECHNICAL REPORT

1974/BIOL.03

MATHEMATICAL MODEL
OF THE POLLUTION IN THE NORTH SEA

This paper not to be cited without prior reference to the author.

Analyse du taux respiratoire du zooplancton
en différents points de la Mer du Nord

("Croisière" "Mechelen" d'automne 1974)

D.HEYDEN

J.H.HECQ

R.MOERMANS

Laboratoire de Biologie Marine, Université de Liège.

I. INTRODUCTION - MATERIEL ET METHODES.

A la suite de nos travaux réalisés lors de la croisière "Mechelen" du printemps 1974 (HEYDEN, HECQ, MOERMANS, 1974), nous avons décidé de continuer à mesurer le taux respiratoire du zooplancton en Mer du Nord, dans le double but, d'une part, de caractériser les masses d'eau par la mesure d'une activité métabolique de l'écosystème planctonique présent et, d'autre part, de comparer nos résultats avec ceux obtenus au printemps,

Nous nous sommes servis du même matériel et des mêmes méthodes, à cette différence près, que nous avons choisi des temps d'incubation de 0,3 et 9 heures. Nous avons décidé d'abandonner les mesures après 1 heure d'incubation car :

- 1°) seule la pente de la courbe nous intéresse.
- 2°) en raison des erreurs dues au manque de précision de la méthode, les valeurs trouvées après 1 heure n'étaient pas significatives et/ou s'écartaient très souvent des courbes construites à partir de temps de 0,3 et 9 heures.

Les diverses observations antérieures restent valables ici.

II. RESULTATS.

Les différentes expériences ont été classées en fonction des dates et des points de capture (en tenant compte des zones) et font l'objet des tableaux et graphiques suivants.

TABLEAU IMO9, 1e 19.9

To = 17h15

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| To | 0,244)) 0,244 0,244) | 0,2533 | 0,212)) 0,213 0,214) |
| To + 3 h. | 0,244)) 0,244 0,244) | | 0,150)) 0,1507 0,1515) |
| To + 9 h. | 0,2395)) 0,238 0,2365) | 0,220 | 0,058)) 0,052 0,046) |
| | 0,006/9h. = 0,0006/1h. | 0,0333/9h. = 0,0037/1h. | 0,161/9h. = 0,0179/1h. |

$$m = 0,0022/1h.$$

$$\underline{1} - m = 0,0157 \cdot 10^{-3} \text{ môle d'O}_2/1./h.$$

Plancton/litre

| | Nombre | Poids sec en μ g. |
|---------------|--------|-----------------------|
| Copépodes | 10817 | 96054,9 |
| Chaetognathes | 1044 | 20156,9 |
| TOTAL | | 116211,8 μ g. |

Donc, on a : $0,0157 \cdot 10^{-3}$ môle d'O₂/116,2118 mg. de poids sec/h.

$$= 15,7 \cdot 10^{-6} \text{ môle d'O}_2/116,2118 \text{ mg. de poids sec/h.}$$

$$= 0,1351 \cdot 10^{-6} \text{ môle d'O}_2/\text{mg. de poids sec/h.}$$

$$= 3,2423 \cdot 10^{-6} \text{ môle d'O}_2/\text{mg. de poids sec/jour.}$$

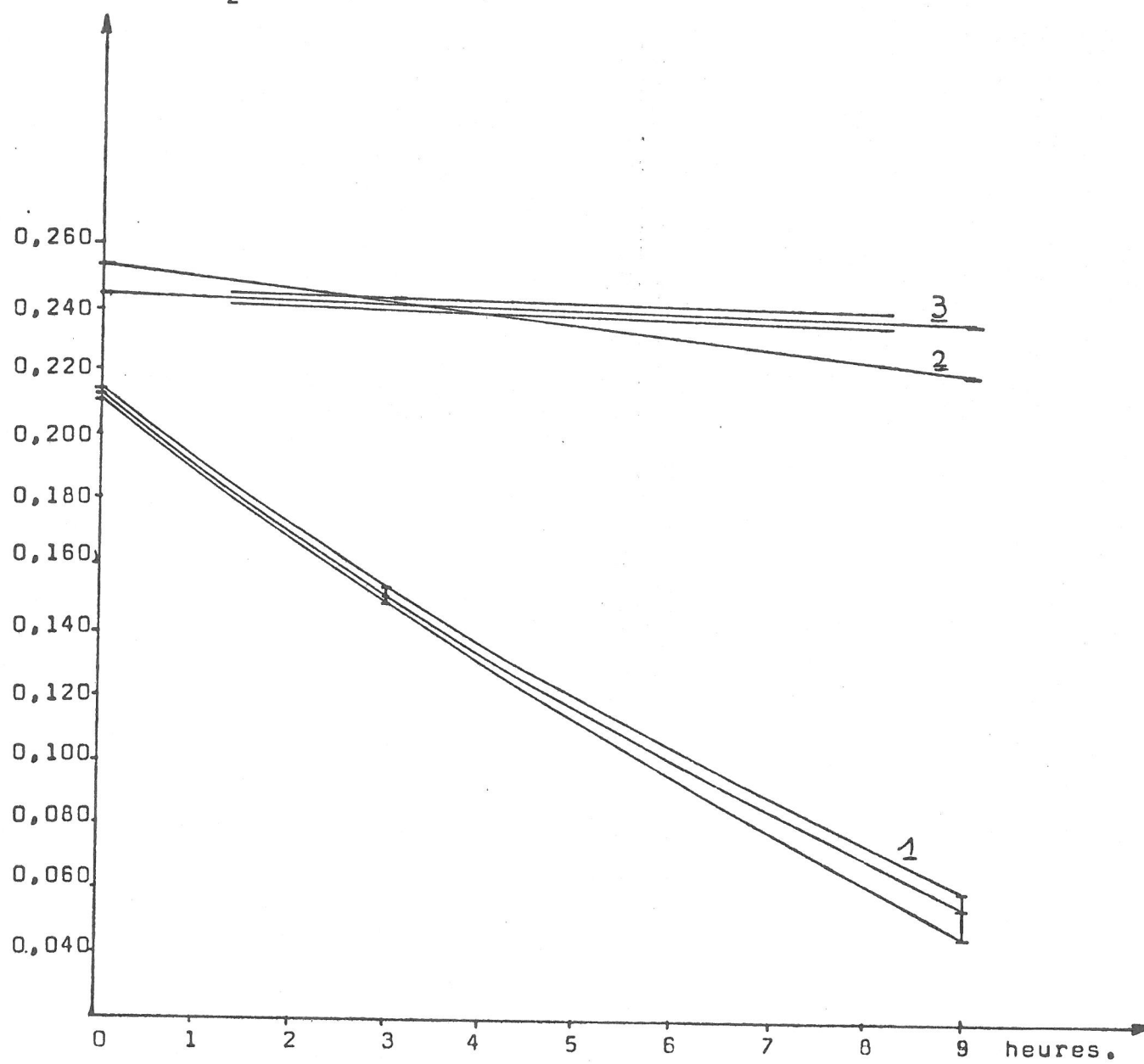
M09, 1e 19.9. 10^{-3} môle d' O_2 /l.

TABLEAU II

M55, 1e 19.9

To = 10h45

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|----------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| To | 0,2425)) 0,2425 0,2425) | 0,2329 | 0,235)) 0,235 0,235) |
| To + 3 h. | 0,241)) 0,241 0,241) | | 0,214)) 0,214 0,214) |
| To + 9 h. | 0,238)) 0,238 0,238) | 0,2215 | 0,1745)) 0,1737 0,173) |
| | 0,0045/9h. = 0,0005/1h. | 0,0114/9h. = 0,0013/1h. | 0,0613/9h. = 0,0068/1h. |

$$m = 0,0009/1h.$$

$$\underline{1} - m = 0,0059.10^{-3} \text{ môle d'O}_2/1./h.$$

Plancton/litre

| | Nombre | Poids sec en μ g. |
|-----------------------|--------|-----------------------|
| Copépodes | 1604 | 14243,5 |
| Evadne | 37 | 347,8 |
| Podon | 37 | 347,8 |
| Cirripèdes | 336 | 537,6 |
| Zoe | 75 | 1275 |
| Décapodes | 37 | 9224,1 |
| Larves d'Echinodermes | 1194 | 3152,1 |
| TOTAL | | 29127,9 μ g. |

Donc, on a $0,0059.10^{-3}$ môle d'O₂/27,1279 mg. de poids sec/h.
 = $5,9.10^{-6}$ môle d'O₂/27,1279 mg. de poids sec/h.
 = $0,2174.10^{-6}$ môle d'O₂/mg. de poids sec/h.
 = $5,2197.10^{-6}$ môle d'O₂/mg. de poids sec/jour.

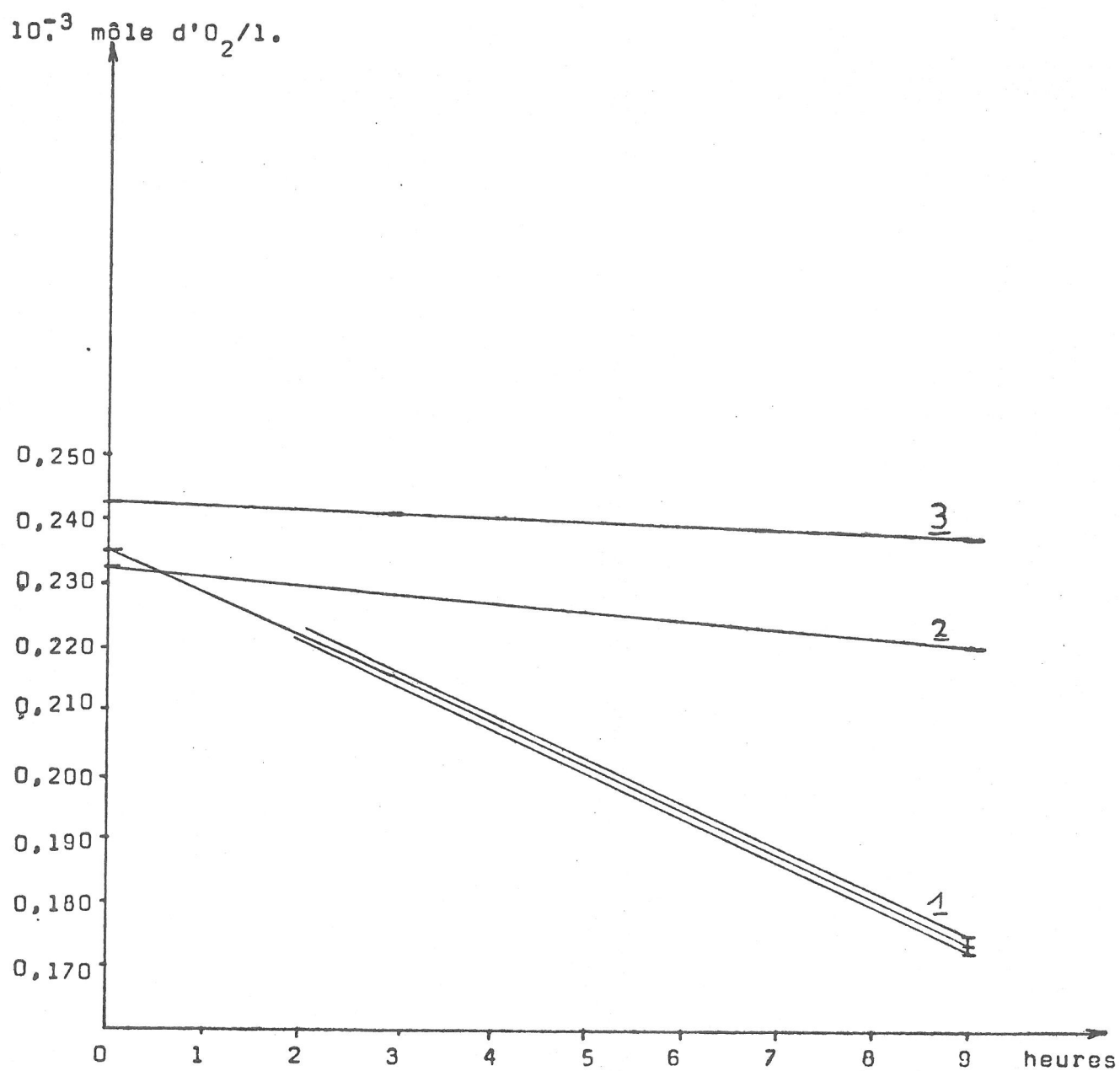
M55, 1e 19.9

TABLEAU III

M16, 1e 18.9

To = 19h20

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| To | 0,244)) 0,244 0,244) | 0,240 | 0,235)) 0,235 0,235) |
| To + 3 h. | 0,244)) 0,244 0,244) | | 0,2215)) 0,2175 0,214) |
| To + 9 h. | 0,241)) 0,241 0,241) | 0,210 | 0,191)) 0,1917 0,1925) |
| | 0,003/9h. = 0,0003/1h. | 0,030/9h. = 0,0033/1h. | 0,0433/9h. = 0,0048/1h. |

$$m = 0,0018/1h.$$

$$\underline{1} - m = 0,0030.10^{-3} \text{ môle d'O}_2/1h.$$

Plancton/litre

| | Nombre | Poids sec en $\mu g.$ |
|-----------------------|--------|-----------------------|
| Copépodes | 2424 | 21525,1 |
| Cumacés | 19 | 190 |
| Amphipodes | 18 | 190 |
| Cnidaires | 75 | 2625 |
| Térébellidae | 93 | 381,3 |
| Larves d'Echinodermes | 150 | 396 |
| Chaetognathes | 75 | 1447,5 |
| TOTAL | | 26754,9 $\mu g.$ |

Donc, on a : $0,003.10^{-3}$ môle d'O₂/26,7549 mg de poids sec/h.
 $= 3.10^{-6}$ môle d'O₂/26,7549 mg. de poids sec/h.
 $= 0,112.10^{-6}$ môle d'O₂/mg. de poids sec/h.
 $= 2,691.10^{-6}$ môle d'O₂/mg. de poids sec/jour.

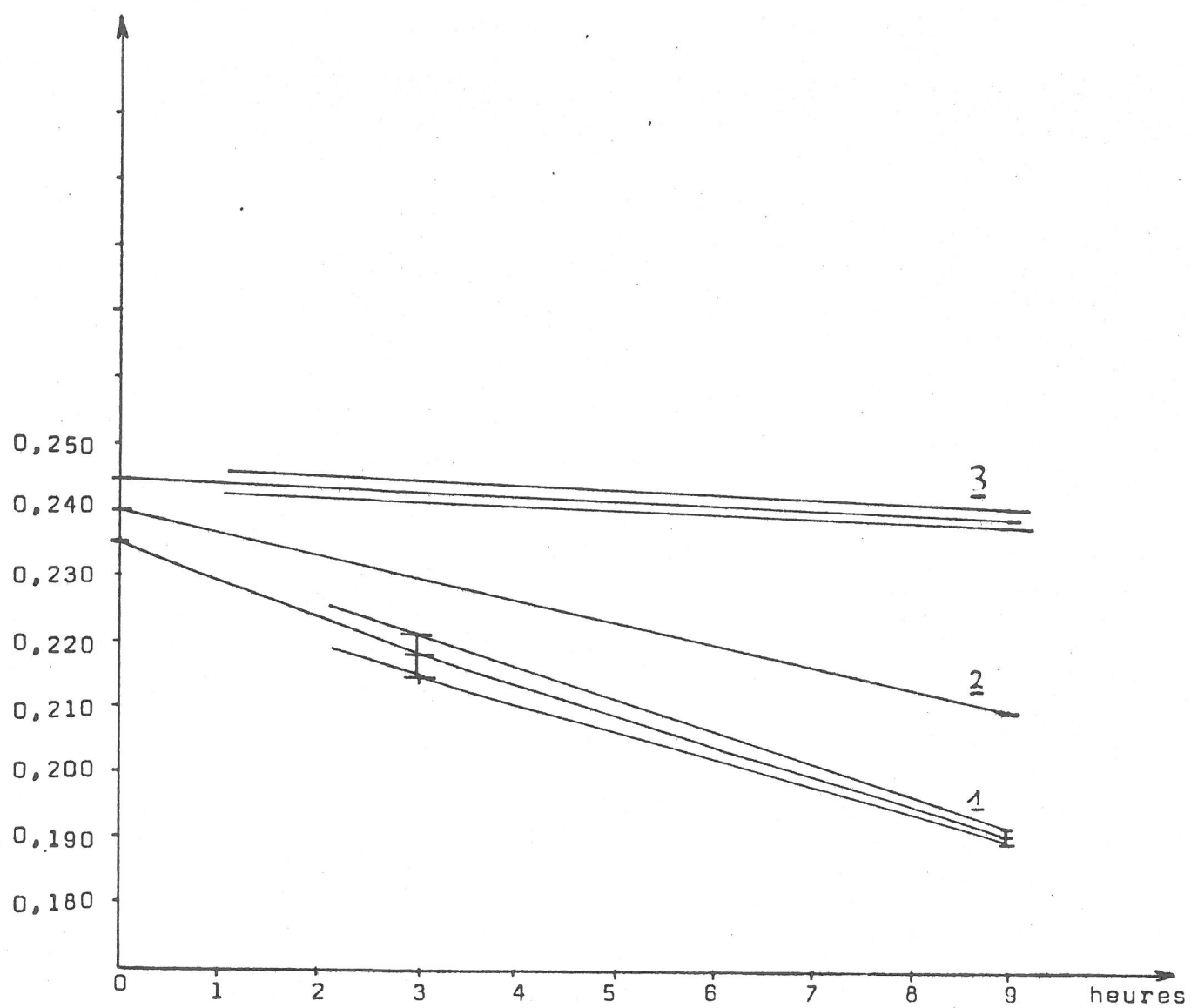
M16, 1e 18.9 10^{-3} môle d' O_2 /l.

TABLEAU IV

M04, 1e 30.9

To = 17h45

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| To | 0,2485)) 0,2485 0,2485) | 0,2585 | 0,220)) 0,2145 0,209) |
| To + 3 h. | 0,247)) 0,247 0,247) | | 0,179)) 0,176 0,173) |
| To + 9 h. | 0,2455)) 0,2462 0,247) | 0,253 | 0,090)) 0,090 0,090) |
| | 0,0023/9h. = 0,00026/1h. | 0,0050/9h. = 0,00055/1h. | 0,1245/9h. = 0,01383/1h. |

$$m = 0,0004/1h.$$

$$\underline{1} - m = 0,01343 \cdot 10^{-3} \text{ môle d'O}_2/\text{l.}$$

Plancton/litre

| | Nombre | Poids sec en μ g. |
|---------------|--------|-----------------------|
| Copépodes | 5483 | 46689 |
| Zoe | 37 | 629 |
| Décapodes | 112 | 3584 |
| Isopodes | 56 | 100 |
| Chaetognathes | 391 | 7546,3 |
| TOTAL | | 60548,3 μ g. |

Donc on a : $0,01343 \cdot 10^{-3}$ môle d'O₂/60,5483 mg de poids sec/h.
 $= 13,43 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/60,5483 mg. de poids sec/h.
 $= 0,2218 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/h.
 $= 5,3233 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/jour.

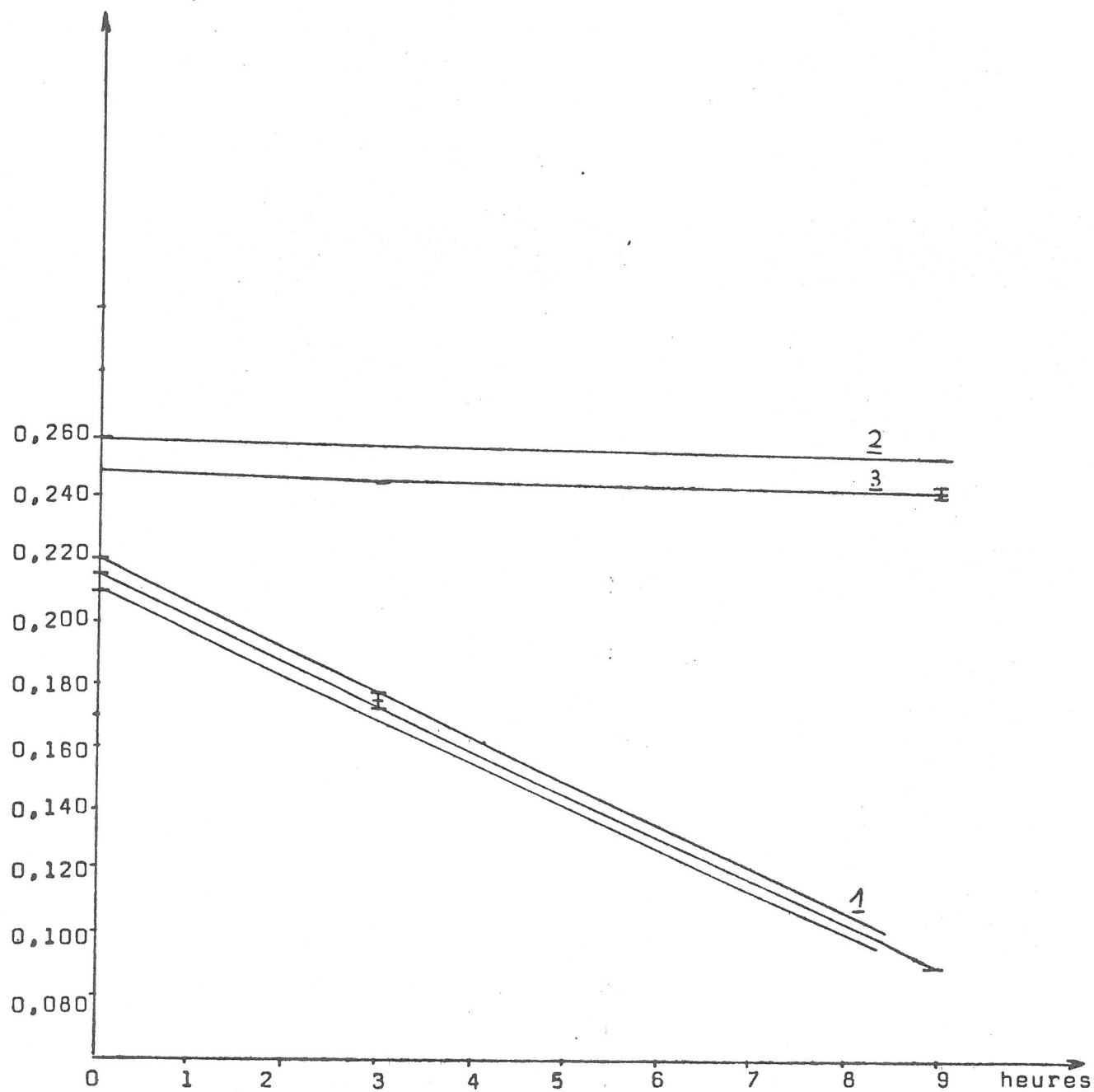
M04, 1e 30.9. 10^{-3} môle d' O_2 /l.

TABLEAU V

M24, le 1.10

To = 09h20

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| To | 0,253)) 0,252 0,251) | 0,2465 | 0,2445)) 0,2452 0,246) |
| To + 3 h. | 0,251)) 0,251 0,251) | | 0,2205)) 0,2197 0,219) |
| To + 9 h. | 0,251)) 0,250 0,249) | 0,232 | 0,2005)) 0,1922 0,184) |
| | 0,0020/9h. = 0,00022/1h. | 0,0145/9h. = 0,00161/1h. | 0,053/9h. = 0,00589/1h. |

$$m = 0,00092/1h. \cdot 10^{-3}$$

$$\underline{1} - m = 0,00497 \cdot 10^{-3} \text{ môle d'O}_2/\text{l.}$$

| <u>Plancton/litre</u> | | |
|---------------------------|--------|-----------------------|
| | Nombre | Poids sec en μ g. |
| Copépodes | 1567 | 13914,9 |
| Zoe | 75 | 1275 |
| Cumacés | 37 | 370 |
| Cnidaïres | 75 | 2625 |
| Larves de Lamellibranches | 1044 | 522 |
| Chaetognathes | 75 | 1447,5 |
| TOTAL | | 20154,4 μ g. |

Donc, on a : $0,00497 \cdot 10^{-3}$ môle d'O₂/20,1544 mg de poids sec/h.
 $= 4,97 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/20,1544 mg de poids sec/h.
 $= 0,2466 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/h.
 $= 5,918 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/jour.

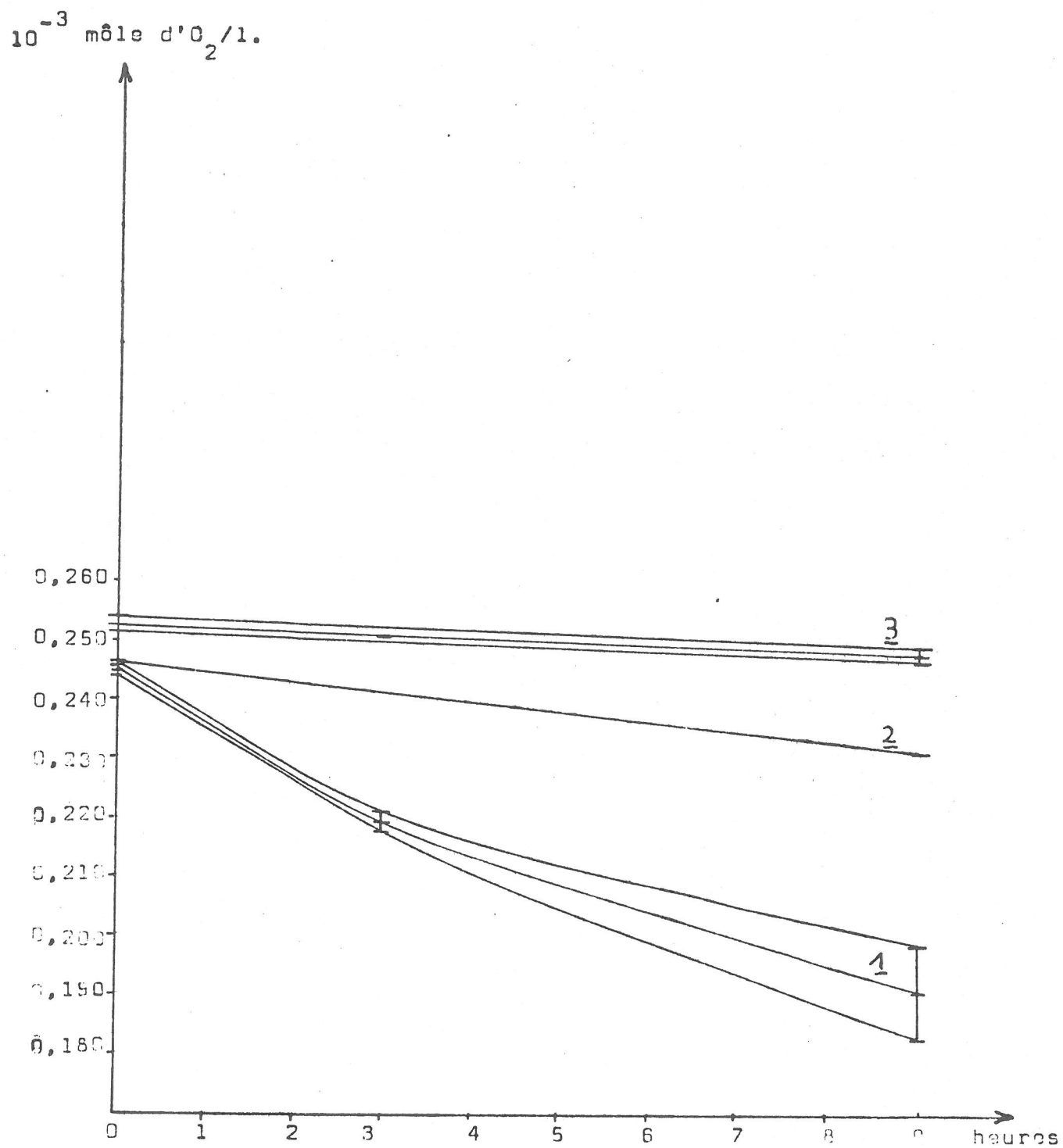
M24, 1e 1.10

TABLEAU VIM21, 1e 1.10

To = 18h30

Résultats en 10^{-3} môle d'O₂/l.

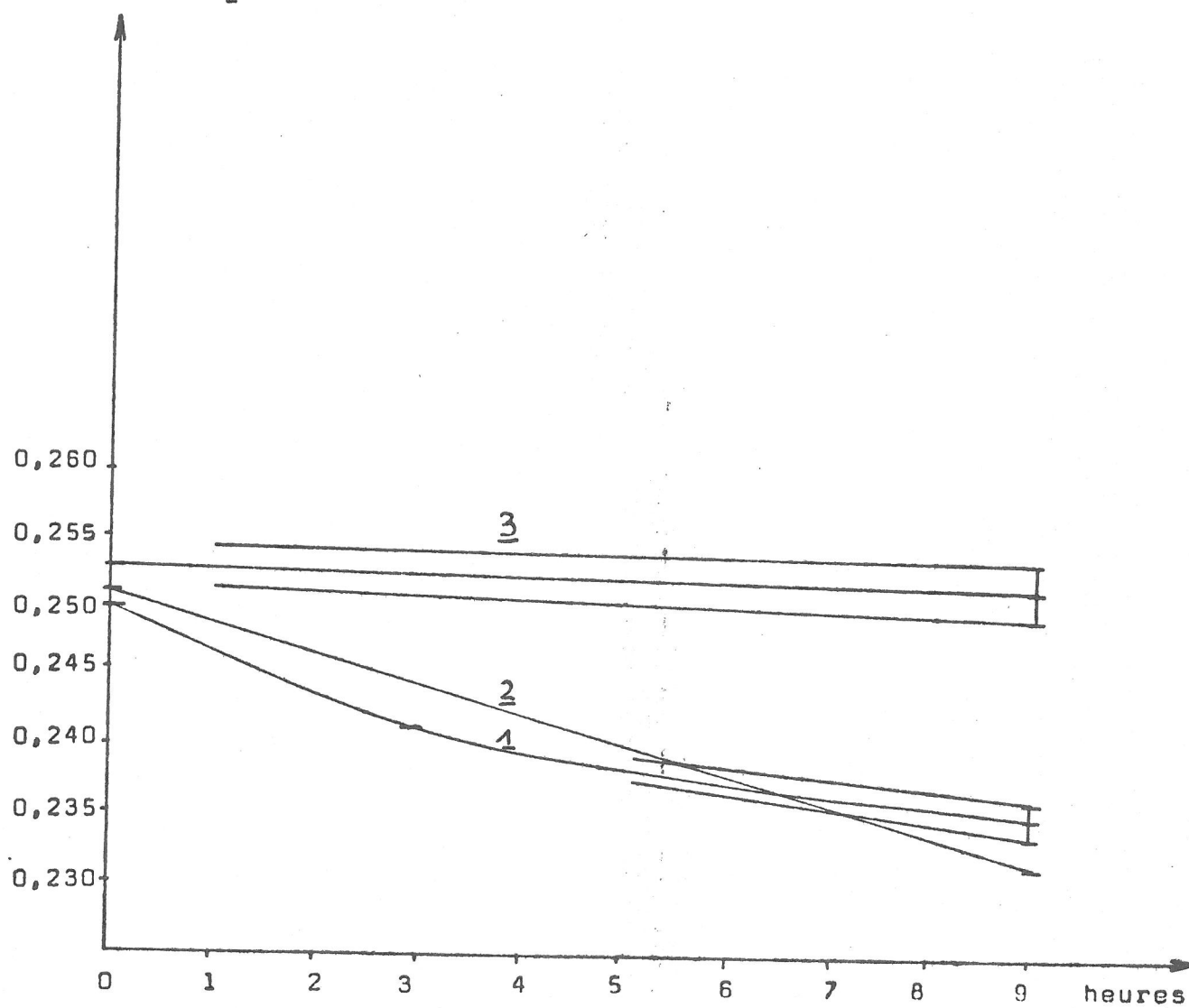
| | <u>3</u> | <u>2</u> | <u>1</u> |
|-----------|---|----------------------------|--|
| To | 0,253) 0,253) 0,253 0,253) | 0,2513 | 0,250) 0,250) 0,250 0,250) |
| To + 3 h. | 0,2545) 0,2545) 0,2545 0,2545) | | 0,241) 0,241) 0,241 0,241) |
| To + 9 h. | 0,250) 0,250) 0,2522 0,2545) | 0,231 | 0,2345) 0,2345) 0,2352 0,236) |
| | 0,0008/9h. = 0,00008/1h. | 0,0203/9h. = 0,0023/1h. | 0,0148/9h. = 0,0016/1h. |

m = 0,0012/1h.

1 - m = $0,0004 \cdot 10^{-3}$ môle d'O₂/1h.Plancton/litre

| | Nombre | Poids sec en μ g. |
|-----------------------|--------|-----------------------|
| Copépodes | 157 | 1394,1 |
| Larves d'Echinodermes | 90 | 237,6 |
| Chaetognathes | 37 | 714,1 |
| TOTAL | | 2345,8 μ g. |

Donc, on a : $0,0004 \cdot 10^{-3}$ môle d'O₂/2,3458 mg de poids sec/h.
 = $0,4 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/2,3458 mg de poids sec/h.
 = $0,1705 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/h.
 = $4,0924 \cdot 10^{-6}$ môle d'O₂/mg de poids sec/jour.

M21, 1e 1.10. 10^{-3} môle d'O₂ / l.

III. RESUMETABLEAU VIIdu 17 au 19.9.

| | | | |
|----------|-----|---------|--|
| Z II | M09 | 1e 19.9 | $3,2423 \cdot 10^{-6}$ môle d'O ₂ /mg.de poids sec/jour |
| Z I sud | M55 | 1e 19.9 | 5,2197 |
| Z I nord | M16 | 1e 18.9 | 2,6910 |

du 30.9 au 1.10.

| | | | |
|----------|-----|---------|--------|
| Z II | M04 | 1e 30.9 | 5,3233 |
| | M24 | 1e 1.10 | 5,9180 |
| Z I sud | | | |
| Z I nord | M21 | 1e 1.10 | 4,0924 |

IV. CONCLUSIONS.

En raison du mauvais temps régnant cet automne, seul un petit nombre d'expériences a pu être réalisé. Néanmoins, on peut en tirer les conclusions suivantes :

- 1°) a) Entre le 17 et le 19.9, les valeurs du taux respiratoire du zooplancton étaient assez différentes dans les 3 zones : c'est en zone I sud que le taux est le plus élevé ($1\frac{1}{2}$ fois plus grand qu'en zone II, 2 fois plus grand qu'en zone I nord), trahissant ainsi une activité métabolique plus intense, reflétant les différences dans les conditions physico-chimiques de ces masses d'eau.
- b) Environ 2 semaines plus tard, la situation a évolué : en zone II, les résultats sont $1\frac{1}{2}$ fois plus élevés que ceux obtenus le 19.9. Il est remarquable qu'il n'existe pratiquement pas de différences entre 2 points très éloignés (point M04, le plus au sud et point M24, tout au nord du réseau). Nous avons donc la même activité métabolique en 2 points très éloignés, à la même époque, sans pouvoir conclure, faute de résultats suffisants, à une homogénéité des masses d'eau de la zone II.
- En zone I nord, l'évolution s'est faite de façon parallèle : les valeurs trouvées restent environ $1\frac{1}{2}$ fois plus petites qu'en zones II.
- Nous ne disposons malheureusement d'aucun résultat relatif à la zone I sud (le mauvais temps a rendu les prélèvements de zooplancton impossibles).
- c) Il est évident que cette période du 17.9 au 1.10 coïncidait avec une phase ascendante du bloom zooplanctonique d'automne. Mais, faute de données, il est impossible de préciser si l'activité

métabolique allait encore croître un certain temps ou si elle était proche de son maximum.

2°) Il est malaisé de comparer l'activité métabolique du zooplancton lors des 2 blooms de 1974, puisque pour le bloom du printemps (HEYDEN, HECQ, MOERMANS), on disposait des valeurs relatives à la phase descendante et, pour celui d'automne, de valeurs relatives à une phase ascendante.

Néanmoins, nous pouvons relever :

- a) Le parallélisme entre l'évolution du métabolisme zooplanctonique en zone II et l'évolution du métabolisme en zone I nord :
dans le premier cas (printemps 1974), les activités métaboliques décroissaient de la même façon (respiration en zone II = 2 fois la respiration en zone I nord), dans le deuxième cas (automne 1974) elles croissaient identiquement (respiration en zone II = $1\frac{1}{2}$ fois la respiration en zone I nord).
- b) En zone I sud, cela se présente différemment : les variations de l'activité métabolique y sont plus brutales et, lorsqu'on se rapproche du maximum du bloom zooplanctonique, les valeurs qui y sont trouvées dépassent celles de la zone II.

Par conséquent, les changements paraissent rapides et accusés en zone I sud, plus faibles et plus étalés dans le temps en zones II et I nord.

3°) La comparaison avec, d'une part, le taux d'assimilation et, d'autre part, la production primaire reste très souhaitable.

BIBLIOGRAPHIE

HEYDEN, HECQ et MOERMANS, 1974. Analyse du taux respiratoire du zooplancton en différents points de la Mer du Nord (croisière "Mechelen" P₂ - Printemps 1974 et croisière "Mechelen" du 27 au 31.5.1974). Technical report 1974/Biol. 02 (Bibliographie).